Journal of Agroecology
Vol. 11, No.4, Winter 2020, p. 1527-1543

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد 11، شماره 4، زمستان 1398، ص 1543-1527

پهنه‌بندی آگرواکولوژیکی نظام‌های تولید گندم (*Triticum aestivum* L.) دشت کشاورزی شاوور خوزستان با به‌کارگیری فناوری RS و GIS

عبدالنور مصدقی[1]، ناصر اکبری[2*]، عبدالمهدی بخشنده[3]، فریدون سرمدیان[4]، بهروز نصیری[5] و سعید صوفی‌زاده[6]

تاریخ دریافت: 1396/10/12
تاریخ پذیرش: 1397/03/10

مصدقی، ع.، اکبری، ن.، بخشنده، ع.، سرمدیان، ف.، نصیری، ب. و صوفی‌زاده، س. 1398. پهنه‌بندی آگرواکولوژیکی نظام‌های تولید گندم (*Triticum aestivum* L.) دشت کشاورزی شاوور خوزستان با به‌کارگیری فناوری RS و GIS. بوم‌شناسی کشاورزی، 11 (4): 1543-1527.

چکیده

استفاده درست و بهینه از اراضی کشاورزی مستلزم ارزیابی دقیق منابع آگرواکولوژیکی بوم‌نظام تولید یک منطقه است، و یکی از سازوکارهای مؤثر برای درک این توانمندی پهنه‌بندی اگرواکولوژیکی می‌باشد. در این مطالعه، به‌منظور پهنه‌بندی اگرواکولوژیکی نظام‌های تولید گندم آبی (*Triticum aestivum* L.) دشت کشاورزی‌خیز شاوور خوزستان از تصاویر ماهواره‌ای و سیستم اطلاعات جغرافیایی استفاده شد. پس از پهنه‌بندی در نهایت، هشت پهنه اگرواکولوژیکی به‌دست آمد. سپس مشخصات اقلیم، خاک و توپوگرافی هر پهنه با نیازهای رویشی گندم مقایسه و کلاس‌های تناسب اراضی با استفاده از روش پارامتریک (ریشه دوم) و استوری تعیین شدند. نتایج نشان داد که کلاس تناسب اقلیم برای محصول گندم بسیار مناسب (S_1) می‌باشد. بر اساس این روش‌ها به‌ترتیب تقریباً 42 و 58 درصد اراضی در کلاس‌های نسبتاً مناسب (S_2) و تناسب بحرانی (S_3) قرار گرفتند. علاوه‌براین، از محدودیت‌های عمده در منطقه شامل حاصلخیزی ضعیف خاک، کمبود ماده آلی، پایین بودن ظرفیت تبادل کاتیونی (C.E.C) و همچنین شور و سدیمی بودن اراضی می‌باشد. پتانسیل تولید گندم نیز با استفاده از روش فائو محاسبه، و مقدار آن 6823 کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد. همچنین پتانسیل تولید اراضی در هر یک از پهنه‌ها، نیز برآورد شد، که به‌دلیل اثرات عوامل محدودکننده فوق‌الذکر پتانسیل تولید اراضی گندم در پهنه‌های موسوم به اراضی خلف عزیز (A)، بام دژ (B)، الهایی (C)، علی چعب (D)، کرخه (E)، عبدالخان (F)، سید عباس (G) و بیت حاتم (H) به‌ترتیب 28، 60، 60، 60، 55، 52، 40 و 51 درصد کاهش نشان داد که با اصلاح این محدودیت‌ها مثل اعمال مدیریت صحیح از قبیل افزایش ماده آلی به خاک و آب‌شویی اراضی می‌توان تولید محصول را در این بوم‌نظام‌ها افزایش داد.

واژه‌های کلیدی: پتانسیل تولید، تناسب اراضی، ماده آلی

مقدمه

رشد تقاضا برای تأمین غذا در دهه‌های آینده افزایش قابل توجه تولید محصولات زراعی را ضروری ساخته است (Godfray et al., 2010). چنان‌که مطالعات مختلف (Bruinsma & Alexandratos, 2015; FAO, 2012) پیش‌بینی کرده که تقاضا برای این تولیدات تا پیش از سال 2050 میلادی به‌میزان 60 درصد افزایش می‌یابد. ضمناً در حد فاصل سال‌های 1960 تا 2010 میلادی جمعیت جهان از سه میلیارد به هفت میلیارد افزایش یافته، درحالی‌که در همین دوره سرانه تولیدات کشاورزی تنها به‌میزان 10 درصد بیش‌تر از اراضی اختصاص‌یافته برای تولید همین محصولات، افزایش یافته است (Van Ittersum & Cassman, 2013). در حال حاضر، برای

1 و 2- به‌ترتیب دانشجوی دکتری و استادیار گروه زراعت دانشگاه لرستان، خرم‌آباد
3- استاد گروه زراعت دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان، ملاثانی، اهواز
4- استاد گروه علوم خاک دانشگاه تهران، کرج
5- استادیار گروه علوم جغرافیا دانشگاه لرستان، خرم‌آباد
6- استادیار پژوهشکده علوم محیطی دانشگاه شهید بهشتی، تهران
(*- نویسنده مسئول: (Email: akbari.n@lu.ac.ir)
Doi:10.22067/jag.v11i4.69866

محصولات مهم که لازم است تولید شوند، اطلاع دقیقی از اراضی مناسب وجود ندارد. از طرف دیگر، تنوع آب‌وهوایی، خاک و توپوگرافی، شرایط متفاوت اگرواکولوژیکی را نیز به‌وجود می‌آورد که این شرایط برای تولید بعضی گیاهان مناسب و برای برخی دیگر دارای تناسب متوسط و یا نامناسب محسوب می‌شود (Ghaffari et al., 2012). لذا به‌منظور مشخص نمودن این تناسب در یک بوم‌نظام، پهنه‌بندی اگرواکولوژیکی به‌عنوان یکی از ابزارهای مؤثر برای شناخت توانمندی‌های اراضی و اختصاص آن‌ها به بهترین و سودآورترین انواع بهره‌برداری زراعی می‌باشد (Taati & Sarmadi, 2015).

فائو در دهه 70 میلادی پهنه‌بندی اگرواکولوژیکی[1] را به‌عنوان روشی برای تعیین قابلیت‌های زراعی و محیطی در مقیاس منطقه‌ای و ملی پیشنهاد نمود. در ادامه، این روش تکامل یافت. به‌نحوی که در حال حاضر یکی از رایج‌ترین راهکارهای تعیین خصوصیات اگرواکولوژیک در مناطق وسیع جغرافیایی برای تولید محصولات زراعی است (Nassiri & Koocheki, 2009).

بر اساس تعریف فائو، پهنه‌بندی اگرواکولوژیکی عبارت است از پهنه‌های نسبتاً وسیعی که از نظر شرایط اقلیمی، خصوصیات خاک، شرایط توپوگرافی و طول دوره رشد برای نوع کاربری مورد نظر یکسان و همگن است، و نقشه پهنه‌های اگرواکولوژیکی ابزارهایی هستند که اطلاعات مورد نیاز و ضروری برای برنامه‌ریزی کشاورزی را فراهم می‌آورند. چنان‌که این نقشه‌ها حاوی اطلاعات ضروری و مفید برای تک تک واحدهای نقشه به‌عنوان واحد همگن اراضی هستند که ظرفیت بالقوه کشاورزی و محدودیت‌های آن را برای تصمیم‌گیران و برنامه‌ریزان کشاورزی مشخص می‌کند (FAO, 1997). به‌علاوه، این نوع پهنه‌بندی در نقاط مختلف دنیا و حتی کشورمان برای اهداف متفاوتی استفاده می‌شود. به‌عنوان نمونه، می‌توان به مطالعات پهنه‌بندی اگرواکولوژیکی در منطقه تاکستان برای محصولات گندم، جو (*Hordeum vulgare* L.)، ذرت (*Zea mays* L.) و یونجه (*Medicago sativa* L.) با به‌کارگیری RS[2] و GIS[3] اشاره نمود (Askari et al., 2009). طاعتی و همکاران (Taati et al., 2015) با استفاده از RS و GIS، بخشی از اراضی زراعی استان قزوین را برای کشت یونجه پهنه‌بندی اگرواکولوژیکی نمودند. سیدمحمدی و همکاران (Seyedmohammadi et al., 2015) با به‌کارگیری GIS و نیز روش فائو (Sys et al., 1991) نقشه تناسب اراضی را برای کشت گندم آبی در بخشی از اراضی دشت مغان تهیه نمودند. در خراسان رضوی به‌منظور ارزیابی تولید محصولات مختلف، پهنه‌بندی اگرواکولوژیکی برای گیاهان گندم، چغندرقند (*Beta vulgaris* L.) و ذرت انجام گرفت (Neamatollahi et al., 2012). در اندونزی نیز، کندری و همکاران (Kandari et al., 2013) به‌منظور توسعه کشت ذرت، با استفاده از GIS اقدام به پهنه‌بندی اگرواکولوژیکی و ارزیابی تناسب نمودند. موسوی و همکاران (Mousavi et al., 2017) با استفاده از روش فائو تناسب اراضی را برای گندم دیم در منطقه کوهین استان قزوین تعیین نمودند. بوئیت و همکاران (Boitt et al., 2017) در کنیا با ارزیابی تناسب اراضی، مناطق مناسب و نامناسب برای تولید گیاهان زراعی را مشخص نمودند. شاهرخ و ایوبی (Shahrokh & Ayoubi, 2015) با ارزیابی تناسب اراضی به‌منظور تعیین کاربری‌های مهم منطقه زرین شهر و مبارکه اصفهان، نشان دادند که در همه واحدهای اراضی این منطقه اولویت کاربری با کشت گندم می‌باشد.

بنابراین، این تحقیق با هدف پهنه‌بندی اگرواکولوژیکی بخشی از اراضی دشت شاوور خوزستان برای کشت گندم، به‌منظور ارزیابی تناسب اراضی در هر یک از پهنه‌های اگرواکولوژیکی با استفاده از روش پارامتریک (ریشه دوم) و استوری، محاسبه پتانسیل تولید گندم، هم‌چنین پتانسیل تولید اراضی در هر یک از پهنه‌های اگرواکولوژیکی و در نهایت، تهیه یک بانک اطلاعاتی در محیط GIS به‌منظور استخراج نقشه‌های پهنه‌بندی اطلاعاتی مربوط به هر یک از مشخصات خاک انجام گرفت.

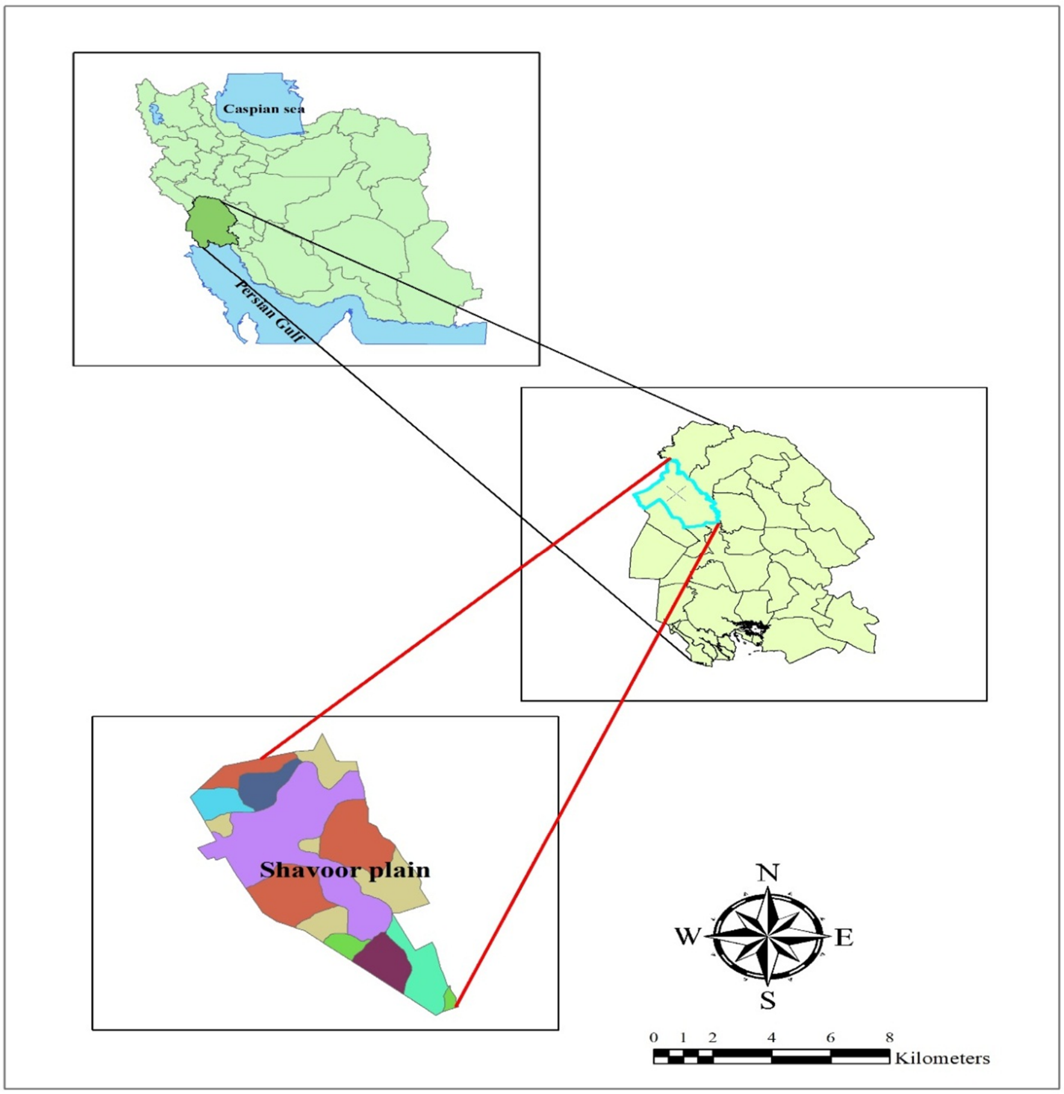
مواد و روش‌ها

مشخصات منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه بخشی از اراضی دشت کشاورزی شاوور واقع در محور اهواز- اندیمشک در استان خوزستان می‌باشد. شکل 1 موقعیت مکانی منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد، که بین طول‌های جغرافیایی ''32'27°48 تا''12'22°48 شرقی و عرض‌های جغرافیایی ''39'31°47 تا ''19'53°31 شمالی قرار دارد که در سیستم متریک در زون 39 قرار گرفته است. وسعت منطقه مورد مطالعه حدود 5000 هکتار، و کاربری اراضی این محدوده به‌طور اختصاصی

1- Agroecological zonation
2- Remote sensing
3- Geographic information system

کشاورزی می‌باشد. این منطقه در محدوده شهرستان شوش واقع شده است. بر اساس آمار هواشناسی روزانه و ماهانـه ایسـتگاه سـینوپتیک صفی‌آباد دزفول در یک دوره آماری 30 سـاله (سـال 2016- 1987 میلادی)، متوسط بارندگی سالیانه این منطقه 314 میلی‌متر در سـال است که بیش‌ترین آن به‌میزان 74 میلی‌متر در ماه دسامبر (آذرماه) و کم‌ترین آن به‌میزان 0/07 میلی‌متر در ماه جـولای (تیرمـاه) رخ داده است. متوسط دمای سالانه 24/2 درجه سانتی‌گراد و متوسط حداکثر و حداقل دما به‌ترتیب 32/1 و 16/4 درجه سانتی‌گراد مـی‌باشـد. رژیـم حرارتی و رطوبتی خاک منطقه مـورد مطالعـه، بـه‌ترتیـب ترمیـک و اریدیک می‌باشد.



شکل 1– موقعیت منطقه مورد مطالعه در استان خوزستان
Fig. 1- Position of the study area in Khouzestn province

محاسبه طول دوره رشد[1]

برای محاسبه طول دوره رشد از داده‌های درازمدت ایستگاه سینوپتیک صفی‌آباد دزفول (نزدیک‌ترین ایستگاه هواشناسی به محدوده مطالعاتی)، استفاده شد (شکل 2). بر اساس تعریف فائو، دوره رشد در هر منطقه عبارت است از دوره‌ای از سال است که تولید محصولات زراعی به‌دلیل فراهمی رطوبت مناسب و عدم محدودیت امکان‌پذیر باشد. این دوره در هر منطقه از نظر دمایی عبارت است از متوسط دمای شبانه‌روز بزرگ‌تر یا مساوی پنج درجه سانتی‌گراد بوده است ($Tmean \geq 5°C$). و از لحاظ رطوبتی، طبق تعریف فائو دوره رشد از دو قسمت تشکیل شده است (FAO, 1996):

الف) قسمت اول دوره رشد عبارت است از: میزان نزولات جوی و رطوبت ذخیره شده در پروفیل خاک بیش از نصف میزان تبخیر و تعرق پتانسیل تعیین شده، باشد (که در این مطالعه آبان‌ماه تعیین شده بود؛ شکل 2).

ب) قسمت دوم دوره رشد عبارت است از: تعداد روزهایی که در طی آن‌ها، 100 میلی‌متر از رطوبت ذخیره شده در خاک پس از پایان بارندگی‌های احتمالی، تبخیر گردد.

یکی از روش‌های محاسبه دوره رشد که در این تحقیق به‌کار گرفته شد، روش میان‌یابی خطی[2] است (Sys et al., 1991). در این روش جهت محاسبه دوره رشد گیاه از داده‌های اقلیمی 10 روزه استفاده می‌شود، که روش محاسبه آن به شرح ذیل می‌باشد:

محاسبه شروع دوره رشد و پایان بارندگی: این دوره از معادله زیر به‌دست می‌آید (FAO, 1996):

$$t = \text{integer} \frac{\left[\left(p_1 - \frac{E_1}{2}\right)10\right]}{\left(p_1 - p_2 + \frac{E_2}{2} - \frac{E_1}{2}\right)} \qquad \text{(1) معادله}$$

در این معادله، t: زمان بر حسب روز است که از وسط دهه اول شروع می‌شود. در فرمول فوق هنگامی‌که دو دهه متوالی دو شرط ذیل را داشته باشند شروع دوره رشد (شروع بارندگی) در نظر گرفته می‌شود.

$$P_1 < \frac{E1}{2} \quad , \quad P_2 > \frac{E2}{2} \qquad \text{(2) معادله}$$

و اگر شروط زیر حاکم باشد محاسبه پایان دوره بارندگی لحاظ شد.

$$P_1 > \frac{E1}{2} \quad , \quad P_2 < \frac{E2}{2} \qquad \text{(3) معادله}$$

در این معادله، P_1 و P_2: میزان بارندگی، E_1 و E_2: میزان تبخیر و تعرق پتانسیل به‌ترتیب در دهه اول و دوم می‌باشد.

2- محاسبه شروع و پایان دوره مرطوب: برای تعیین این دوره از معادله زیر استفاده شد.

$$t = \text{integer} \frac{[(p_1 - E_1)10]}{(p_1 - p_2 + E_2 - E_1)} \qquad \text{(4) معادله}$$

در این معادله، t: زمان بر حسب روز است که از وسط دهه اول شروع می‌شود.

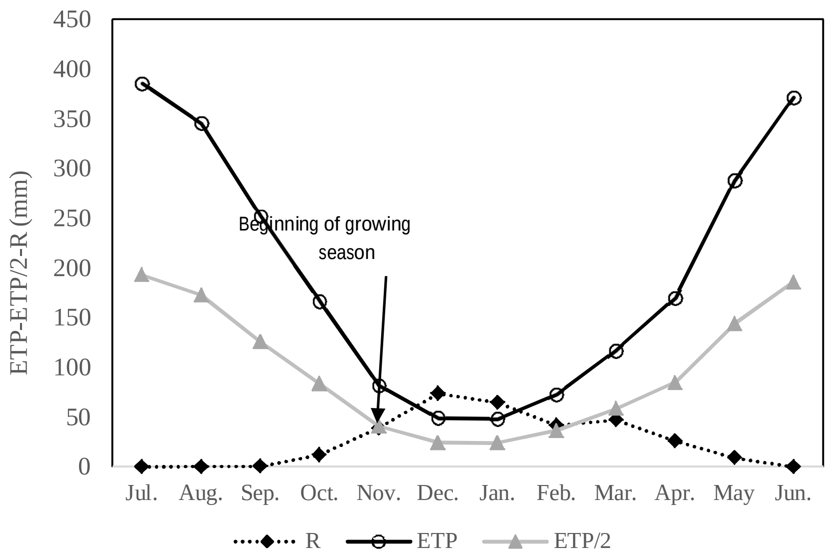
اگر $P_1 < E_1$ و $P_2 > E_2$ در دو دهه متوالی باشد شروع دوره مرطوب و اگر $P_1 > E_1$ و $P_2 < E_2$ باشد، به‌عنوان انتهای دوره مرطوب در نظر گرفته شد.

3- پایان دوره رشد: پایان دوره رشد با اضافه کردن تعداد روزهایی که در آن‌ها 100 میلی‌متر از آب خاک تبخیر شده است به پایان دوره بارندگی به‌دست می‌آید. پس از به‌دست آوردن طول دوره رشد برای ایستگاه فوق، نمودار طول دوره رشد منطقه به‌دست آمد.

نقشه خاک

برای تهیه نقشه خاک، از مطالعات نیمه‌تفصیلی دقیق خاک‌شناسی و طبقه‌بندی اراضی شبکه‌های آبیاری و زهکشی دشت شاوور که به درخواست معاونت طرح توسعه شبکه آبیاری سازمان آب و برق خوزستان در سال 1385 توسط مهندسین مشاور تاک سبز انجام گرفته بود، استفاده شد (Farehi, 2006). در این تحقیق، ابتدا محدوده مورد مطالعه بر روی تصاویر ماهواره‌ای گوگل‌ارث تعیین، و پس از تشخیص آن اقدام به گردآوری اطلاعات در خصوص وضعیت کشاورزی و بوم‌نظام زراعی منطقه از طریق مصاحبه عمیق[3] با افراد با تجربه کافی و آشنا با نظام‌های تولید گندم این محدوده و البته با همکاری کشاورزان این منطقه، در قالب پرسش‌نامه مشتمل بر اطلاعات زراعی و مدیریتی مزرعه از کاشت تا برداشت گندم با جزئیات فراوان که به‌صورت میدانی و بعضاً در مزرعه به‌صورت چهره به چهره با کشاورزان تکمیل می‌شد، انجام گرفت. لذا با توجه به مطالعات فوق‌الذکر و محدوده مورد ارزیابی، خصوصیات موفولوژی و آزمایش‌های فیزیکی و شیمیایی هشت پروفیل خاک با خصوصیات شرح جدول 1 مشخص، و در نهایت، نقشه خاک با مقیاس 1:100000 تهیه گردید.

1- Growing period
2- Linear interpolation
3- In-depth interview



شکل 2- منحنی تعیین دوره رشد با استفاده از مقادیر ماهیانه تبخیر و تعرق پتانسیل (ETP)، نصف تبخیر و تعرق پتانسیل (ETP/2) و بارندگی (R) ایستگاه هواشناسی صفی‌آباد در طول یک دوره آماری سی‌ساله (1984- 2016)

Fig. 2- Graphic view of the growing period: using the monthly values of ETP, ETP/2 and Rain during 1984-2016 in Safiabadd station, Dezful

نقشه کاربری اراضی

جهت تهیه نقشه کـاربری اراضـی منطقـه از روش طبقـه‌بنـدی نظارت‌شـده و نیـز از مشـاهدات میـدانی اسـتفاده گردیـد. سـپس از داده‌های سنجنده مـاهواره لندسـت هشـت مربـوط بـه سـال 2017 میلادی با قدرت تفکیک مکانی 15 متر و پانکروماتیک ماهواره IRS مربوط به سال 2016 میلادی با قـدرت تفکیـک مکـانی شـش متـر استفاده، و پس از انجام پردازش تصاویر ماهواره‌ای در محیط نرم‌افزار Erdas Imaging 2014، نقشه کاربری اراضی منطقه، استخراج شـد. هم‌چنین از سـامانه Google Earth Pro بـرای کنتـرل نقشـه‌هـای کاربری اراضی استفاده گردید.

تهیه نقشه پهنه‌بندی اگرواکولوژیکی

برای تهیه نقشه پهنه‌بندی منطقه مورد نظر، لایه‌های اطلاعاتی شامل: نقشه خاک، شیب، کـاربری اراضـی و اقلـیم در محـیط GIS فراخوانی شدند و بدین‌ترتیب تلفیق لایه‌ها به‌کمک دسـتور Overlay انجام، و نقشه پهنه‌بندی اگرواکولوژیکی منطقه استخراج گردید (شکل 3). لازم به ذکر است نقشه شیب منطقه با اسـتفاده از مـدل رقـومی ارتفاعی (Dem) با پیکسل 15×15 متر تهیه شد.

ارزیابی تناسب اراضی

به‌منظور ارزیابی تناسب اراضی در پهنه‌های اگرواکولوژیکی عمل انطباق خصوصیات اراضی در هر یک از پهنـه‌هـای تعریـف‌شـده بـا نیازهای رویشـی گنـدم انجـام و اراضـی محـدوده مـورد مطالعـاتی کلاس‌بندی شد. در این مطالعه از روش اسـتوری (Storie, 1950) و هم‌چنین روش پارامتریک (ریشه دوم) که توسط سـایس و همکـاران (Sys et al., 1991) ارائه شده بود (معادله 5) برای تعیین کلاس‌های تناسب اراضی استفاده شد. در روش ریشه دوم، یک درجه‌بندی کمّـی به هر خصوصیت اراضی نیز اختصاص داده می‌شود. اگـر خصوصـیتی برای محصول مورد نظر کاملاً مطلوب باشد، درجه حداکثر 100 به آن اختصاص می‌یابد. اگر همان خصوصیت دارای محدودیت باشد درجـه کم‌تری به آن اختصاص می‌یابد. در روش ریشه دوم بـرای بـه‌دسـت آوردن شاخص اراضی از معادله 6 استفاده می‌شود.

$$I = A \times \frac{B}{100} \times \frac{C}{100} \times \frac{D}{100} \ldots$$ معادله (5)

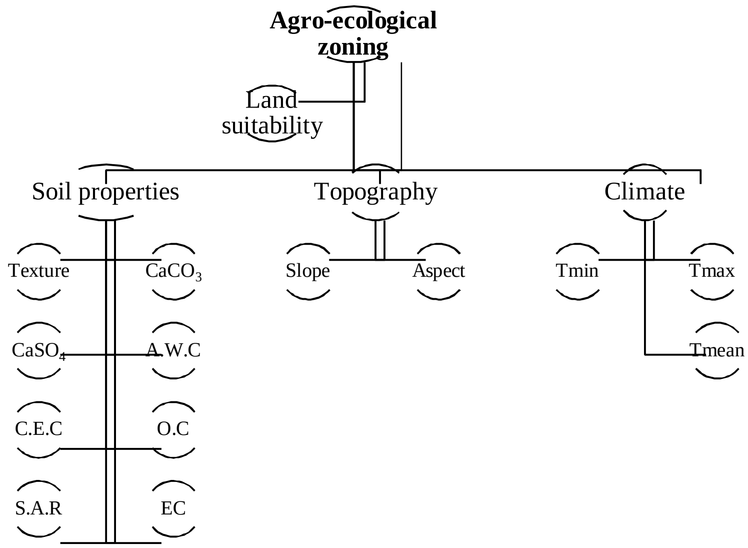
در این معادله، I: شـاخص اراضـی و A، B، C، D و ...: درجـات خصوصیات مختلف می‌باشند.

$$I = Rmin \times \sqrt{\frac{A}{100} \times \frac{B}{100} \times \ldots}$$ معادله (6)

جدول ۱- برخی خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک بوم‌نظام‌های مختلف منطقه شاوور

Table 1- Some physicochemical properties of soils in different ecosystems of the Shavoor area

نام بوم‌نظام محلی Native ecosystem name		بافت Texture	هدایت الکتریکی EC ($dS.m^{-1}$)	کربن آلی Organic carbon (%)	کربنات کلسیم $CaCO_3$ (%)	گچ $CaSO_4$ (%)	محتوای آب در دسترس A.W.C (cm 1.2m soil depth^{-1})	نسبت جذب سدیم S.A.R	ظرفیت تبادل کاتیونی C.E.C (cmol.kg^{-1} Soil)
اراضی خلف عزیز Land of Khalaf aziz	A	رسی Clay	2	0.9	32	0	23	1	17
اراضی بام دژ Land of Bam dej	B	سیلتی رسی Silt Clay	12	0.4	35	3	24	17	16
اراضی الهایی Land of Elhaee	C	سیلتی رسی لومی Silt Clay Loam	6	0.5	39	0	21	4	15
اراضی علی چعب Land of Ali chaab	D	لومی Loam	10	1.6	36	2	16	14	14
اراضی کرخه Land of Karkheh	E	شنی لومی Sandy Loam	1	1.0	36	0	18	3	15
اراضی عبدالخان Land of Abdul khan	F	سیلتی رسی Silt Clay	4	0.8	34	0	20	4	15
اراضی سید عباس Land of Sayed abbass	G	لومی رسی Loam Clay	6	1.1	36	0	20	1	16
اراضی بیت حاتم Land of Bait hatam	H	رسی Clay	3	0.9	35	0	23	7	14



شکل 3- درخت سلسله مراتبی پهنه‌بندی اگرواکولوژیکی گندم در دشت شاوور

wheat in Shavoor plain Fig. 3- Hierarchical tree for agro-ecological zoning of

T_{max}، T_{min}، T_{mean}، A.W.C، O.C، C.E.C، EC و S.A.R به ترتیب عبارت است از: دمای حداکثر، دمای حداقل، دمای میانگین، محتوای رطوبتی در دسترس خاک، کربن آلی، ظرفیت تبادلی کاتیونی، هدایت الکتریکی و نسبت جذب سدیمی

Tmax, Tmin, Tmean, AWC, O.C, C.E.C, EC and SAR are as follows: maximum temperature, minimum temperature, mean temperature, available soil water content, organic carbon, cation exchange capacity, electrical conductivity and ratio sodium absorption, respectively.

جدول 2- کلاس‌های تناسب اراضی بر اساس شاخص اراضی در روش پارامتریک (ریشه دوم)، (Sys et al., 1991)

Table 2- Land suitability classes based on land index in the parametric methods (square root) (Sys et al., 1991)

کلاس‌های تناسب Suitability classes	شاخص Index
S_1 (بسیار مناسب) S_1 (Highly suitable)	75-100
S_2(نسبتاً مناسب) S_2 (Moderately suitable)	50-75
S_3 (تناسب بحرانی) S_3 (Marginally suitable)	25-50
N (نامناسب) N (Unsuitable)	0-25

در این معادله، I: شاخص اراضی، Rmin: حداقل درجه بین خصوصیات مختلف (محدوده‌کننده‌ترین عامل) و ... ,A,B,C: درجات اختصاص داده شده به هر کدام از خصوصیات اراضی می‌باشد. سپس با استفاده از جدول 2 کلاس تناسب اراضی تعیین گردید.

برآورد تولید پتانسیل[1] محصولات

برای تخمین پتانسیل تولید محصولات در منطقه مورد مطالعه، بر اساس مدل ارائه شده فائو (Sys et al., 1991) موارد ذیل محاسبه گردید:

ضریب تنفس

برای محاسبه ضریب تنفس از معادله 7 استفاده شد (Sys et al., 1991).

$$C_t^2 = C_{30}\,(0.044 + 0.0019t + 0.001t^2) \quad (7)$$

در این معادله، C_t: ضریب تنفس، C_{30}: برای گیاهان غیرلگوم معادل 0/0108 در نظر گرفته می‌شود، و t: متوسط درجه حرارت در

1- Potential yield

2- Respiration coefficient

طول دوره رشد (بر حسب درجه سانتی‌گراد) می‌باشد.

ماکزیمم سرعت تولید ناخالص زیست‌توده

برای محاسبه این شاخص، معادلات 8 و 9 مورد استفاده قرار گرفت (Sys et al., 1991):

$$bgm^{1} = f\times bo\times(1-0.025y)+(1-f)\times bc\times(1+0.01y)$$ معادله (8)

$$y = (pm - 20) \times 5$$ معادله (9)

در این معادله، به‌ترتیب bgm: حداکثر سرعت تولید ناخالص زیست‌توده بر حسب کیلوگرم در هکتار در ساعت و f: بخشی از روز که آسمان ابری است، که برای محاسبه این متغیر از معادله 8 استفاده می‌شود (Sys et al., 1991).

$$f = (1-(\frac{n}{N}))$$ معادله (10)

در این معادله، n: تعداد ساعات آفتابی واقعی است که از داده‌های هواشناسی ایستگاه منطقه مورد مطالعه به‌دست آمد، و N: تعداد ساعات آفتابی ممکن در منطقه یا همان طول روز است که بستگی به عرض جغرافیایی دارد. bo: ماکزیمم تولید ناخالص زیست‌توده در روزهای ابری (کیلوگرم در هکتار در روز) و bc: ماکزیمم تولید ناخالص زیست‌توده در روزهای آفتابی (کیلوگرم در هکتار در روز) می‌باشد که مقادیر bo و bc بسته به عرض جغرافیایی منطقه، متفاوت می‌باشند. این مقادیر توسط دوایت (De Wit, 1965) محاسبه و به‌صورت جدولی ارائه شده است. pm: سرعت حداکثر فتوسنتز (بر حسب کیلوگرم CH_2O در هکتار در ساعت) می‌باشد. مقدار pm بستگی به درجه حرارت روزانه و سیستم فتوسنتزی گیاه دارد، که با توجه به سیستم فتوسنتزی محصول، مقدار pm از روی شکل 4 به‌دست آمد. در رابطه با این توضیح ضروری است که اگر pm> 20 باشد از معادله ذیل استفاده می‌شود (معادله 11). امّا در صورتی که pm<20 باشد، معادله 8 به‌کار گرفته می‌شود.

$$bgm=f\times bo(1+0.002y)+(1-f)\times bc.(1+0.005y)$$ معادله (11)

برآورد تولید پتانسیل محصول[2] بر مبنای مدل فائو

برای محاسبه تولید پتانسیل محصول از معادله 12 استفاده شد (Sys et al., 1991).

$$Y=0.36(bgm\times KLAI\times Hi)/(1/L+0.25C_t)$$ معادله (12)

در این معادله، Y: پتانسیل تولید محصول (کیلوگرم ماده خشک در هکتار)، KLAI: نسبت ماکزیمم نرخ رشد یا تولید ناخالص زیست‌توده وقتی که شاخص سطح برگ برابر پنج باشد. برای محاسبه KLAI ابتدا باید شاخص سطح برگ را به‌دست آوریم.

سپس با دانستن شاخص سطح برگ، مقدار KLAI از طریق شکل 5 برآورد شد. Hi: شاخص برداشت، L: طول دوره رشد (روز) و C_t: ضریب تنفس می‌باشد. سپس با استفاده از تولید پتانسیل به‌دست آمده از مدل فائو و شاخص اراضی روش استوری و ریشه دوم، پتانسیل تولید اراضی (تولید پیش‌بینی‌شده) در هر یک از پهنه‌ها محاسبه شد.

نتایج و بحث

پس از انتقال مجموعه داده‌ها و اطلاعات مورد نظر به محیط GIS، منطقه مورد مطالعه بر اساس نقشه خاک‌شناسی در قالب هشت پهنه اگرواکولوژیکی تفکیک و تعریف شد. شکل 6 نقشه پهنه‌بندی اگرواکولوژیکی نظام تولید گندم منطقه را نشان می‌دهد. در این نقشه، پهنه‌های اگرواکولوژیکی بر اساس نامگذاری بوم‌نظام‌های مشهور محلی و هم‌چنین با حروف A تا H نشان داده شده است. در این نقشه پهنه بوم‌نظام موسوم به سید عباس (F) با مساحت 1745/21 هکتار، بزرگ‌ترین پهنه را به خود اختصاص داد، که 34 درصد از کل این بوم‌نظام را در بر می‌گیرد، و پهنه کرخه (E) با مساحت 134/73 هکتار، کم‌ترین پهنه را شامل می‌شود که سه درصد از منطقه را در بر می‌گیرد.

نتایج ارزیابی اقلیم

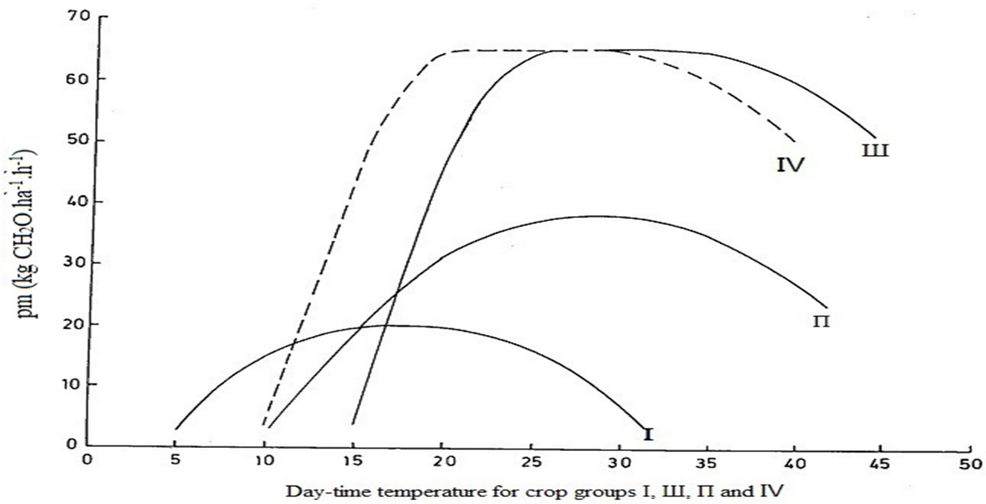
بر اساس روش پارامتریک (ریشه دوم) تناسب اقلیم برای گندم به‌دست آمد. نتایج این ارزیابی نشان داد که به‌طور کلی اقلیم محدودیت زیادی برای رشد گیاه گندم در این بوم‌نظام ایجاد نمی‌کند و کلاس تناسب اقلیم، بسیار مناسب (S_1) می‌باشد.

نتایج ارزیابی تناسب اراضی

شکل 7 نقشه پهنه‌بندی اگرواکولوژیکی برای گندم آبی با استفاده از روش پارامتریک (ریشه دوم) و شکل 8 همین نقشه را با استفاده از روش استوری نشان می‌دهد. همان‌طور که در این نقشه‌ها ملاحظه می‌شود، علی‌رغم تفاوت در شاخص اراضی پهنه‌های زراعی مختلف، کلاس‌های تناسب اراضی در هر دو روش مشابه

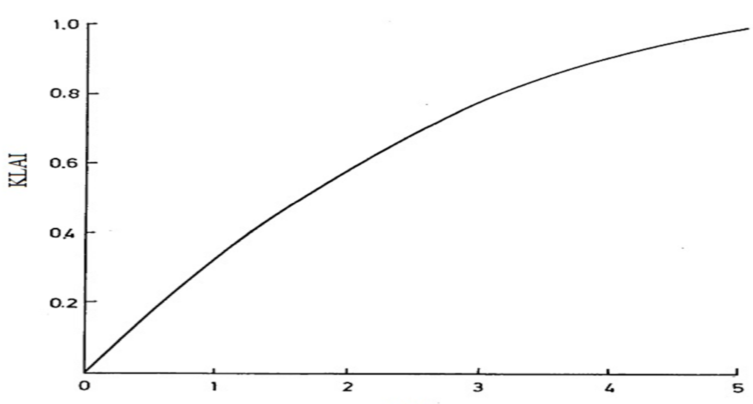
1- Maximum gross biomass production rate
2- Crop potential production

مـی‌باشـد. بـاقرزاده و همکـاران (Bagherzadeh et al., 2012) بـا مطالعه ارزیابی تناسب اراضی برای گندم آبی با استفاده از روش‌هـای ریشـــه دوم و استوری در دشت نیشـابور، گـزارش کردنـد کـه روش استوری نتیجه ضعیف‌تری را در مقایسه با روش ریشـــه دوم به‌همراه داشت. اعتدالی و گیوی (Etedali & Givi, 2013) با ارزیابی تناسب اراضی برای کشت ذرت علوفه‌ای در منطقـه شـهرکرد، نشـان دادنـد زمانی‌که رابطه ریشـــه دوم به‌کار می‌رود، اغلب واحدهای اراضـی در زیرکلاس نسبتاً مناسب (S_2) قرار می‌گیرند، و زمانی‌که رابطه استوری مورد استفاده قرار می‌گیـرد، اغلـب واحـدهای اراضـی دارای تناسـب بحرانی (S_3) می‌شوند.



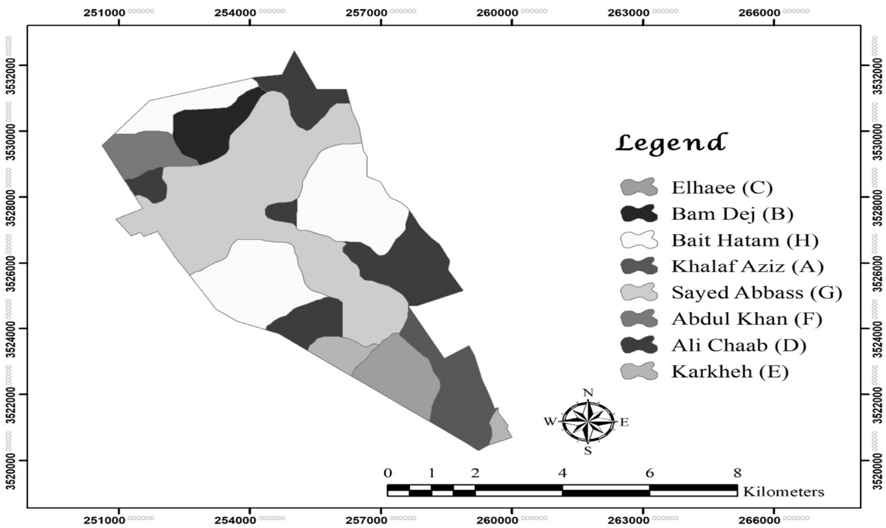
شکل 4- ارتباط بین سرعت حداکثر فتوسنتز (pm) و میانگین درجه حرارت روزانه برای محصولات گروه Ⅰ، Ⅱ، Ⅲ و Ⅳ (Sys et al., 1991)

Ⅲ, Ⅱ, Ⅰ Fig. 4- Relationship between maximum leaf photosynthesis rate (pm) and day time temperature for crop groups (Sys et al., 1991) Ⅳ and



شکل 5- ارتباط بین شاخص سطح برگ (LAI) و حداکثر سرعت تولید ناخالص زیست‌توده (Sys et al., 1991)

Fig. 5- Relationship between leaf area index (LAI) and maximum growth rate ratio (Sys et al., 1991)



شکل 6- نقشه پهنه‌بندی اگرواکولوژیکی منطقه مورد مطالعه در دشت شاوور

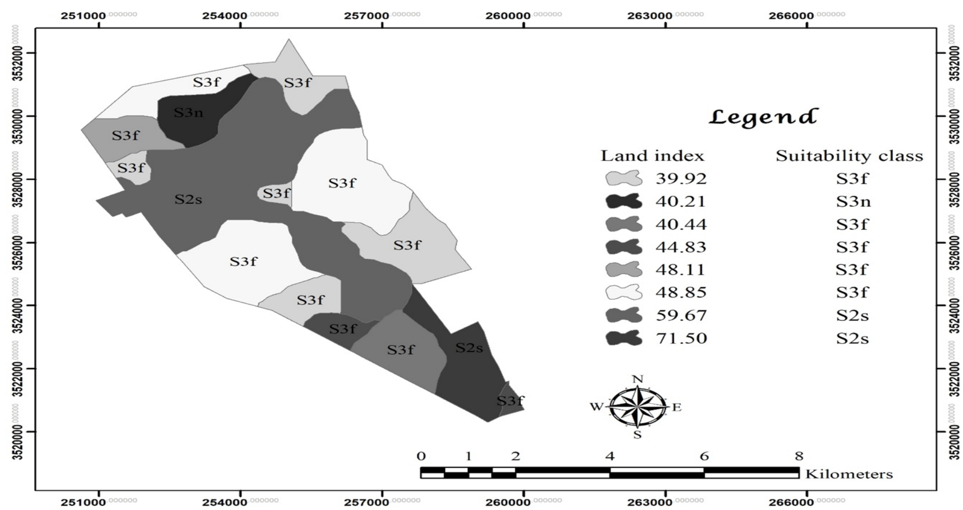
Fig. 6- Agro-ecological zoning map of the study area in Shavoor plain

شکل 9 درصد هر یک از کلاس‌های تناسب اراضی را نشان می‌دهد. هم‌چنین کلاس تناسب اراضی در هر یک از پهنه‌ها در جدول 3 آورده شده است. بر اساس این نتایج، حدود 42 درصد از اراضی در کلاس نسبتاً مناسب (S_2) و 58 درصد در کلاس تناسب بحرانی (S_3) قرار گرفتند. هاشمی و همکاران (Hashemi et al., 2014) با ارزیابی کیفی تناسب اراضی برای کشت گندم در منطقه اقبالیه قزوین گزارش کردند که کلاس تناسب اراضی گندم (آبی) در این منطقه در کلاس‌های مناسب (S_1) و نسبتاً مناسب (S_2) قرار گرفت.

علاوه‌براین، پهنه‌های اراضی موسوم به خلف عزیز (A) و سید عباس (G)، در کلاس S_2 واقع شدند، که علی‌رغم وجود محدودیت ناشی از خصوصیات فیزیکی خاک (بالا بودن درصد کربنات کلسیم)، شرایط نسبتاً مناسبی را برای زراعت گندم دارا هستند. لذا گیاهان آهکی‌دوست نظیر یونجه قابل جایگزینی است. در صورتی‌که اکثر پهنه‌های اگرواکولوژیکی نظیر اراضی مشهور به اراضی بام دژ (B)، الهایی (C)، اراضی علی چعب (D)، کرخه (E)، عبدالخان (F) و بیت حاتم (H) عمدتاً به‌دلیل ضعف حاصلخیزی از جمله C.E.C و کمبود ماده آلی خاک برای کشت این محصول در وضعیت بحرانی و در کلاس S_3 قرار گرفتند، که این امر لزوم طراحی الگوی کاشت با محوریت گیاهان خانواده لگومینوزه را نشان می‌دهد. در این ارتباط مطالعه‌ای در استان خراسان رضوی نشان داد که مهم‌ترین عامل محدودکننده برای زراعت گندم آبی در این منطقه، نقصان حاصلخیزی خاک می‌باشد (Bagherzadeh & Gholizadeh, 2016). در پهنه بام دژ (B) یکی از محدودیت‌های عمده این بوم‌نظام، شور و سدیمی بودن اراضی و هم‌چنین کمبود ماده آلی می‌باشد. لذا با توجه به احداث شبکه فرعی و کارگذاری زهکشی‌های زیرزمینی در این منطقه انتظار می‌رود با اجرای عملیات مدیریتی نظیر آب‌شویی و نیز برنامه‌ریزی جهت طراحی بوم‌نظام مناسب، اراضی این پهنه به‌تدریج روند بهبودی را طی نمایند. سرمدیان و طاعتی (Sarmadian & Taati, 2015) با پهنه‌بندی اگرواکولوژیکی گندم آبی بخشی از اراضی زراعی استان قزوین، نتیجه گرفتند دلایل عمده کاهش عملکرد گندم ناشی از شور و سدیمی بودن اراضی، کمبود ماده آلی و گچ و هم‌چنین عمق خاک و درصد سنگریزه در این منطقه می‌باشد.

محاسبه تولید پتانسیل

با استفاده از مدل فائو که پیشتر توضیح داده شد میزان تولید پتانسیل برای محصول گندم به‌دست آمد که مقدار آن 6/82 تن در هکتار برآورد گردید. برخی محققین با به‌کارگیری همین مدل میزان پتانسیل تولید گیاهان گندم (آبی) و برنج را در منطقه اصفهان (Shahrokh et al., 2011) و چغندر قند را در منطقه خرم‌آباد (Sohrabi & Chegini, 2013) به‌ترتیب 9/01، 11/01 و 67/6 تن در هکتار به‌دست آوردند.

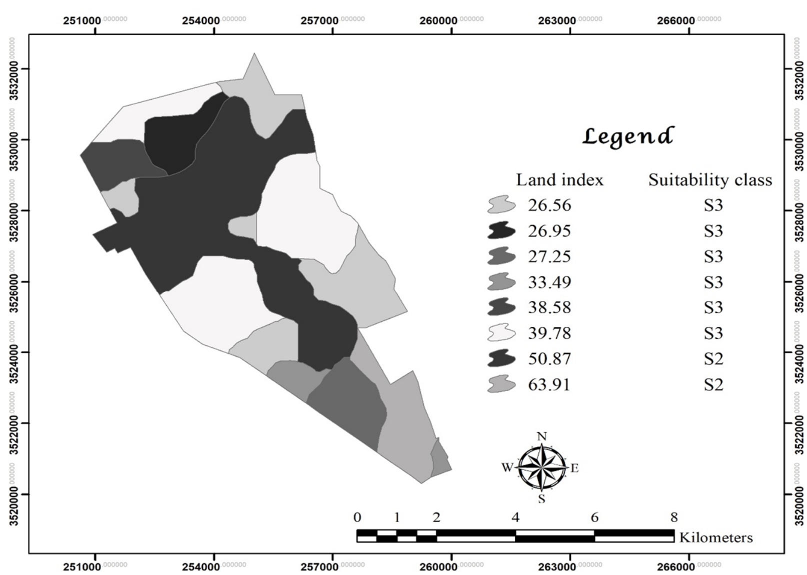


شکل 7- نقشه پهنه‌بندی اگرواکولوژیکی منطقه مورد مطالعه برای گندم با استفاده از روش پارامتریک (ریشه دوم)

Fig. 7- Agro-ecological zoning map of the study area for wheat using parametric method (square root)

n، **s** و f: به ترتیب نشان‌دهنده محدودیت شوری و سدیمی، خصوصیات فیزیکی خاک و حاصلخیزی می‌باشد.

n, s and f: Represent the salinity and alkalinity limitations, physical properties of soil and fertility respectively.

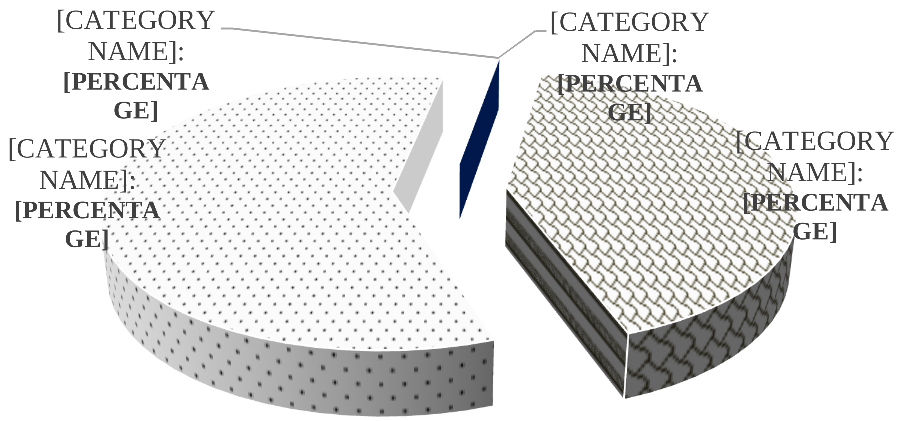


شکل 8- نقشه پهنه‌بندی اگرواکولوژیکی منطقه مورد مطالعه برای گندم با استفاده از روش استوری

Fig. 8- Agro-ecological zoning map of the study area for wheat using Storie method

کلاس‌های S_1، S_2، S_3 و N به‌ترتیب نشاندهنده کلاس بسیار مناسب، نسبتاًمناسب، تناسب بحرانی و کلاس نامناسب می‌باشد.

S_1, S_2, S_3, and N indicated highly suitable, moderately suitable, marginally suitable and unsuitable classes, respectively.



شکل 9- درصد هر یک از کلاس‌های تناسب اراضی دشت شاوور برای گندم
Fig. 9- The percentage of each land suitability class for wheat in Shavoor plain

جدول 3- کلاس تناسب اراضی بوم‌نظام‌های زراعی گندم در هر یک از پهنه‌های اگرواکولوژیکی
Table 3- Land suitability classes of wheat-grown agroecosystem in each agro-ecological zones

پهنه‌های اگرواکولوژیکی Agro-ecological zones نام بوم‌نظام محلی local ecosystem's name		شاخص اراضی (روش استوری) Land index (Storie)	کلاس تناسب Suitability classes	شاخص اراضی (ریشه دوم) Land index (Square root)	کلاس تناسب Suitability classes
اراضی خلف عزیز Land of Khalaf aziz	A	S_2	71.50	S_2s^*	63.91
اراضی بام دژ Land of Bam dej	B	S_3	40.21	S_3n	26.95
اراضی الهایی Land of Elhaee	C	S_3	40.44	S_3f	27.25
اراضی علی چعب Land of Ali chaab	D	S_3	39.92	S_3f	26.56
اراضی کرخه Land of Karkheh	E	S_3	44.83	S_3f	33.49
اراضی عبدالخان Land of Abdul khan	F	S_3	48.11	S_3f	38.58
اراضی سید عباس Land of Sayed abbass	G	S_2	59.67	S_2s	50.87
اراضی بیت حاتم Land of Bait hatam	H	S_3	48.85	S_3f	39.78

* n، s و f در سمت چپ کلاس تناسب به‌ترتیب نشان‌دهنده محدودیت شوری و سدیمی بودن خاک، خصوصیات فیزیکی خاک و حاصلخیزی خاک.
n, s and f: Represent the salinity and alkalinity limitations, physical properties of soil and fertility, respectively.
کلاس‌های S_1، S_2، S_3 و N به‌ترتیب نشاندهنده کلاس بسیار مناسب، نسبتاًمناسب، تناسب بحرانی و کلاس نامناسب می‌باشد.
S_1, S_2, S_3, and N indicated highly suitable, moderately suitable, marginally suitable and unsuitable classes, respectively.

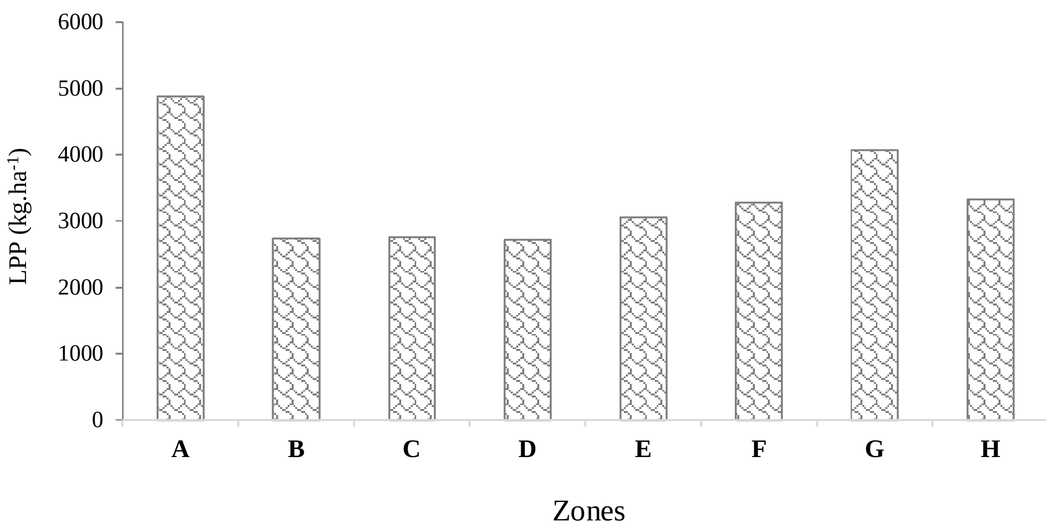
همچنین پتانسیل تولید اراضی (LPP[1])، برای گندم با استفاده از شاخص به‌دست آمده از روش ریشه دوم، در هر یک از پهنه‌ها محاسبه شد (Tang et al., 1992) که نتایج آن در شکل 10 آورده شده است. عملکرد گندم با استفاده از روش ریشه دوم،

1- Land production potential

بـین 2724/0 و 4878/9 کیلوگرم در هکتار برآورد شد، که کم‌ترین و بیش‌ترین عملکرد به‌ترتیب مربوط به پهنه‌های اراضی خلف عزیز (A) و علی چعب (D) بـود. میـزان عملکـرد محصـول بستگی بـه‌میـزان محدودیت ناشی از خصوصیات اراضـی دارد و بـرای اسـتفاده بهینـه باید بهره‌برداری از اراضی با توجه به عملکرد به‌دست‌آمده در هر پهنـه اگرواکولـوژیکی صـورت گیـرد. ایـن کـاهش عملکرد در هر یـک از پهنه‌های اگرواکولوژیکی، به‌علت تأثیر عوامـل محدودکننده از قبیـل محدودیت‌های مربوط بـه خصوصـیات فیزیکـی خاک نظیـر درصـد کربنات کلسیم و هم‌چنین شور و سدیمی بودن اراضی و کمبود مـاده آلی در بوم‌نظام‌های زراعی منطقه بـود.

اشرف و همکاران (Ashraf et al., 2011) پتانسـیل تولید اراضی را برای جو در مقیاس منطقه‌ای در جنوب دشت دامغان استان سمنان را بین 353 تا 5278 کیلوگرم در هکتار برآورد کردند، و اظهار نمودند میانگین عملکرد کشاورزان در این محدوده به‌مراتب بـالاتر از میـزان پتانسـیل تولید تخمین‌شده می‌باشد. قرینه و همکاران (Gharineh et al., 2012) بـا بـرآورد عملکـرد پتانسـیل گنـدم و پهنـه‌بنـدی آگروکلیماتیکی در مناطق مختلف خوزستان نشان دادند دلیل اختلاف عملکرد پتانسـیل و عملکـرد واقعـی مـزارع در بیش‌تر منـاطق، بـه نامناسب بودن عوامل خاکی و ضـعف در مـدیریت مزرعه بر می‌گردد.

قسمت‌های مرکزی منطقه که شامل پهنـه‌هـای بـوم‌نظـام سـید عباس (G) و بیت حاتم (H) و نیز بوم‌نظام عبدالخان (F) در قسـمت شمالی می‌باشد، دارای پتانسیل بالایی جهت تولید گندم هستند (شکل 9) و بایـد اولویـت کشـت گنـدم در ایـن پهنـه‌هـا باشـد. در سـایر پهنـه‌هـایی که دارای پتانسیل پایینی هستند انتظار می‌رود با اعمـال مـدیریت صـحیح از قبیـل آب‌شویی اراضـی با توجه به بهـره‌منـدی محدوده شاوور از شبکه آبیاری و زهکشی اصلی، و هم‌چنـین شـبکه فرعـی جدیدالاحـداث (کانـال درجـه 3 و 4) و نیـز شـبکه زهکشـی زیرزمینی (لترال‌گذاری) تحت مدیریت وزارت کشاورزی، افزایش ماده آلی به خاک، برنامه‌ریزی جهت تنـاوب زراعـی مناسب و نیز افزایش تنوع کاشت گیاهان گوناگون، استفاده از ارقام بـا پتانسـیل بـالا و در نهایت، افزایش کارآیی مصرف آب به‌ازاء هر مترمکعـب آب مصـرفی برای هر کیلوگرم تولید محصول، عملکرد گندم باید در سال‌های آتی در این منطقه افزایش یابد.



شکل 10– پتانسیل تولید اراضی در هر یک از پهنه‌ها برای تولید گندم

Fig. 10- Land production potential in each zones for wheat

نتیجه‌گیری

این ارزیابی با هدف پهنه‌بندی اگرواکولوژیکی اراضی که یک ابزار ضروری و اجتنـاب‌ناپـذیر بـرای برنامـه‌ریـزی و سیاسـت‌گـذاری بوم‌نظام‌هـای تولیـد کشـاورزی مـی‌باشـد، در قسمتی از اراضـی کشاورزی‌خیز خوزستان که دارای شبکه اصـلی آبیـاری و زهکشـی و

اخیراً به شبکه فرعی (کانال و زهکش درجه سه و چهار) تجهیز شد، انجام گرفت. بدین‌ترتیب ارزیابی تناسب اراضی و هم‌چنین پتانسیل تولید اراضی، در هر یک از پهنه‌ها برای محصول گندم با استفاده از روش پارامتریک (ریشه دوم) انجام شد. نتایج نشان داد که خصوصیات اقلیمی محدودیتی را برای کشت گندم در این بوم‌نظام ایجاد نمی‌کند. در مورد محدودیت‌های مربوط به خصوصیات خاک نتایج حاکی از این بود که پهنه‌های A و F (اراضی خلف عزیز و سید عباس) با وجود محدودیت ناشی از آهکی بودن خاک، از تناسب نسبتاً بالایی برخوردارند و در سایر قسمت‌های منطقه محدودیت‌ها عمدتاً مربوط به ضعف حاصلخیزی، کمبود ماده آلی و شور و سدیمی بودن خاک می‌باشد. به همین خاطر این اراضی در وضعیت تناسب بحرانی واقع شدند (S_3). پتانسیل تولید اراضی در هر یک از پهنه‌ها، نیز برآورد شد. نتایج نیز نشان داد به‌دلیل اثرات عوامل محدودکننده مذکور پتانسیل تولید اراضی گندم در پهنه‌های اراضی معروف به خلف عزیز (A)، بام دژ (B)، الهایی (C)، علی چعب (D)، کرخه (E)، عبدالخان (F)، سید عباس (G) و بیت حاتم (H) به‌ترتیب 28، 60، 60، 60، 55، 52، 40 و 51 درصد کاهش حاصل شد، که با اصلاح این محدودیت‌ها مثل اعمال مدیریت صحیح از قبیل افزایش ماده آلی به خاک و آب‌شویی این اراضی می‌توان تولید محصول را در این بوم‌نظام‌ها افزایش داد. ضمناً به‌منظور کاهش تنوع در پهنه‌های گوناگون این منطقه، و نیز دست‌یابی به نتایج قطعی پیشنهاد می‌شود از طریق مطالعات خاک‌شناسی تکمیلی و نمونه‌گیری با تعداد بیش‌تری از پروفیل خاک، این ارزیابی دقیق‌تر شود.

References

Alexandratos, N., and Bruinsma, J., 2012. World agriculture towards 2030/2050: The 2012 Revision. FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Ashraf, S., Ashraf, V., and Abbaspour, H., 2011. Assessment of land production potential for barley using geographic information system (GIS) method. Indian Journal of Science and Technology 12: 1775-1777.

Askari, M.S., Sarmadian, F., Khodadadi M., and Noroozi, A.K., 2009. Agro-ecological zoning using RS and GIS in Takestan region. Iranian Journal of Soil and Water Research 40: 93-104. (In Persian with English Summary)

Bagherzadeh, A., and Gholizadeh, A., 2016. Modeling land suitability evaluation for wheat production by parametric and TOPSIS approaches using GIS, northeast of Iran. Modeling Earth Systems and Environment Journal 126: 1-11.

Bagherzadeh, H., Bagherzadeh, A., and MoinRad, H., 2012. Analysis of parametric methods in quality evaluation of land suitability of Neyshapoor plain for wheat (*Triticum aestivum* L.). Journal of Agroecology 4: 21-130. (In Persian with English Summary)

Boitt, M.K., Mundia, C.N., Pellikka, P.K.E., and Kapoi, J.K., 2015. Land suitability assessment for effective crop production, a case study of Taita Hills, Kenya. Journal of Agricultural Informatics 6: 23-31.

Etedali, S., and Givi, J., 2013. Qualitative land suitability evaluation for maize in Shahrekord area using FAO method and ALES program. Journal of Water and Soil 26: 1349-1359. (In Persian with English Summary)

FAO., 1996. Agro-ecological Zoning. Guidelines. FAO Soils Bulletin No. 76. FAO. Rome.

FAO., 1997. Land quality indicators and their use in sustainable agriculture and rural development, FAO, Rome, Italy. 212.

FAO., 2012. World agriculture towards 2030/2050: the 2012 revision.

Farehi, F., 2006. Semi-detailed studies of agrology and land classification of irrigation and drainage networks in Shavoor plain, Khouzestan province. Tak Sabz Consulting Engineers Co. Khouzestan Water and Power Authority. 248 p. (In Persian with English Summary)

Ghaffari, A., De Pauw, E., and Mirghasemi, S., 2012. Agroecological zone of Karkheh River Basin. Iranian Journal of Agriculture Sciences 1: 1-16. (In Persian with English Summary)

Gharineh, M.H., Bakhshandeh, A., Andarzian, B., and Fayazizadeh, N., 2012. Agroclimatic zoning of Khuzestan province for potential yield wheat using WOFOST model. Journal of Agroecology 4: 255-64. (In Persian with English Summary)

Godfray, H.C.J., Beddington, J.R., Crute, I.R., Haddad, L., Lawrence, D., Muir, J.F., Pretty, J., Robinson, S., Thomas, S.M., and Toulmin, C., 2010. Food security: the challenge of feeding 9 billion people. Science 327: 812–818.

Hashemi, M., Zarrinafsh, M., and Mostashari, M., 2014. Qualitative evaluation of land suitability on wheat in eqbalieh

region of Qazvin state. Agricultural and Natural Resources Research Journal 17: 1-6. (In Persian with English Summary)

Kandari, A., Baja, S., and Ala, A., 2013. Agro ecological zoning and land suitability assessment for maize (*Zea mays* L.) development in button regency Indonesia. Journal of Agriculture, Forestry and Fisheries 6: 202-211.

Mousavi, S.A., Sarmadian, F., and Taati, A., 2017. Comparison of FAO and Analytical Hierarchy Process (AHP) method for assessing land suitability for rainfed wheat in Kohin region. Journal of Soil Research (Soil and Water Science) 30: 367-377. (In Persian with English Summary)

Nassiri, M., and Koocheki, A., 2009. Agroecological zoning of wheat in Khorasan province: estimating yield potential and yield gap. Iranian Journal of Field Crop Research 2: 695-709. (In Persian with English Summary)

Neamatollahi, E., Bannayan, M., Jahansuz, M.R., Struik, P., and Farid, A., 2012. Agro-ecological zoning for wheat (*Triticum aestivum*), sugar beet (*Beta vulgaris*) and corn (*Zea mays*) on the Mashhad plain, Khorasan Razavi province. The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Sciences 15: 99–112.

Sarmadian, F., and Taati, A., 2015. Agro-ecological zoning of the Qazvin area for wheat (*Triticum aestivum* L.) using RS and GIS. Journal of Agroecology 7: 368-380. (In Persian with English Summary)

Seyedmohammadi, J., Jafarzadeh, A.A., Sarmadian, F., Shahbazi, F., and Ghorbani, M.A., 2017. The preparation of land suitability map for wheat cultivation in an area of Dasht-e-Moghan land using SAW method. In: Fifteenth Soil Science Congress, Esfehan, Iran, 28-30 August, p. 1-6. (In Persian)

Shahrokh, V., and Ayoubi, S., 2015. Land suitability assessment using hierarchical analysis process technique in Zarrinshahr and Mobarakeh Isfahan province. Agricultural Science Journal 37: 77-92. (In Persian with English Summary)

Shahrokh, V., Ayoubi, S., and Jalalian, A., 2011. Qualitative, quantitative and economical land suitability evaluation for wheat and rice production and assessment of their environmental impacts in Zarrinshahr and Mobarakeh Isfahan Province. Journal of Water and Soil Conservation 18: 37-60. (In Persian with English Summary)

Sohrabi, A., and Chegini, M.A., 2013. Evaluation of land suitability and radiation-thermal production potential of sugar beet by FAO method in the fields of Department of Agriculture of Lorestan, Iran and its comparison with Silakhoor Plain. Sugar Beet Journal 27: 185-196. (In Persian with English Summary)

Sys, C., Van Ranst, E., and Debaveye, J., 1991. Land Evaluation. Part I: Principles in Land Evaluation and Crop Production Calculations. General Administration for Development Cooperation. Agricultural Publisher. No. 7, Brussels, Belgium. 274 pp.

Taati, A., and Sarmadian, F., 2015. Evaluation of land suitability for rainfed barley and wheat in agrecological zones of Abyek area. Journal of Land Management 2: 123-136. (In Persian with English Summary)

Taati, A., Sarmadian, F., Mousavi, A., and Rahmani, A., 2015. Agro-ecological zoning for cultivation of Alfalfa (*Medicago sativa* L.) using RS and GIS. Scientia Agriculturae 2: 93-100.

Tang, H., Van Ranst, E., and Sys, C., 1992. An approach to predict land production potential for irrigated and rainfed winter wheat in Pinan County. Soil Technology 5: 213-224.

Van Ittersum, M.K., and Cassman, K.G., 2013. Yield gap analysis-Rationale, methods and applications-Introduction to the special issue. Field Crops Research 143: 1-3.

Journal of Agroecology
Vol. 11, No.4, Winter 2020, p. 1527-1543

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد 11، شماره 4، زمستان 1398، ص 1543-1527

Agroecological Zoning of Wheat (*Triticum aestivum* L.) Production Systems using RS and GIS in the Shavoor Plain of Khouzestan

A. Mosadeghi[1], N. Akbari[2*], A. Bakhshandeh[3], F. Sarmadian[4], B. Nasiri[5] and S. Sofizadeh[6]
Submitted: 02-01-2018
Accepted: 31-05-2018

Mosadeghi, A., Akbari, N., Bakhshandeh, A., Sarmadian, F., Nasiri, B. and Sofizadeh, S. 2020. Agroecological zoning of wheat (*Triticum aestivum* L.) production systems using RS and GIS in the Shavoor plain of Khouzestan. Journal of Agroecology. 11 (4):1527-1543.

Introduction
Growing demand for food in the coming decades will require a significant increase in crop production. Indeed, the variability of weather, soil and topography result in different agro-ecological conditions which may be suitable or unsuitable for some crops. To determine land suitability in an ecosystem, agro-ecological zonation is one of the effective tools for recognizing the capabilities of land and allocating them to the best and most profitable types of crop utilization. Currently, it is one of the most commonly used methods for determining the agro-ecological characteristics of large geographical areas for the production of crops. This research was performed to perform the agro-ecological zoning Shavoor area for the production of wheat. Therefore, this research was conducted with the aim of agro-ecological zoning and evaluate the land suitability in a part of Shavoor lands of Khouzestan, with using the parametric method (square root). Also, wheat potential production and potential land production were calculated.

Material and Methods
Study area: The present study conducted in Shavoor area, Khouzestan Province, Iran, is located in 31° 47' 39" to 31° 53' 19" N latitude and 48° 27' 32" to 48° 22' 12" E longitude. The study area is 5000 ha .The length of the "growing season" or "growing period" (LGS or LGP), as defined by the Agro-Ecological Zones project, is the period (in days) during a year when precipitation exceeds half the potential evapotranspiration. A period required to evapotranspiration an assumed 100mm of water from excess precipitation stored in the soil profile is sometimes added. No provision made for stored soil moisture. To obtain a length of the growth period, the rain, and potential evapotranspiration during the growth period estimated from the data weather of Safiabad station. For soil mapping, it was used for precise semi-detail studies irrigation and drain networks of Shavoor plain. Finally, the soil map prepared .Landsat 8 and IRS satellite images in 2016 were used to provide a land-use map .The agro-ecological zoning map of the study area was obtained by the combination of agro-climatic and agro-edaphic data and apply the function in the GIS environment. To evaluate the Land suitability in Agro-ecological zoning, conformity of the land characteristics in each defined zone with wheat growing requirements performance, and the final class of land was measured .To estimate the Potential yield in the region, the FAO model, was used.

Results and Discussion
After overlapping desired maps in the GIS, the study area defined and separated into 8 Agro-ecological zones. Land suitability evaluation results: Based on square root and Storie methods 42% and 58% of the land were located in the classes including moderately suitable land (S_2) and marginally suitable (S_3). The potential yield of wheat was obtained 6823 kg ha^{-1} by using the FAO method .The land production potential in each of the zones was also estimated. Because

---

1 and 2- Ph.D Student and Assistant Professor of Agronomy Department, University of Lorestan, Khorram Abad, Iran, respectively.
3- Professor of Agronomy Department, Ramin Agricultural and Natural Resources University, Mollasani, Ahwaz, Iran
4- Professor of Soil Science Engineering Department, University of Tehran, Karaj, Iran
5- Assistant Professor of Geographic Science Department, University of Lorestan, Khorram Abad, Iran
6- Assistant Professor, Department of Agroecology, Environmental Sciences Research Institute, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran
(*- Corresponding Author Email: akbari.n@lu.ac.ir)
Doi:10.22067/jag.v11i4.69866

of the effects of the aforementioned limitation factors, the land potential production for wheat decreased in lands the Khalaf Aziz (A), Bam Dej (B), Elhaee (C), Ali Chaab (D), Karkheh (E), Abdul Khan (F), Sayed Abbass (G) and Bait Hatam (H) by 28, 60, 60, 60, 55, 52, 40 and 51%, respectively. By improving these constraints, such as proper management practices such as increasing organic matter to the soil and land leaching, it is possible to increase the production of wheat in these ecosystems.

Conclusion

This evaluation conducted to agroecological zoning of the Shavoor plain for agro-ecosystem planning. Land suitability and land production potential estimated in each zone for wheat-based on parametric (square root) and Storie method . The results showed that climatic properties did not create significant limitations for wheat cultivation in an ecosystem . Limitations related to soil properties results showed that the A and F zones of the study area were the moderately suitable class (S_2). Also, the deficit of organic matter, salinity, and alkalinity in the other parts are the major limiting factors.

Keywords: Land suitability, Land potential yield, Organic matter